

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

эксперта Ужкенова Булата Сулгановича, доктора геолого-минералогических наук диссертационного совета Д 25.20.612, при Институте Геологии им. А.А. Адышева Национальной Академии Наук Кыргызской Республики и Институте сейсмологии Национальной Академии Наук Кыргызской Республики по диссертационной работе Абзалова Марата Зайнутдиновича на тему «Современные принципы организации и методология геолого-разведочных работ при освоении горнорудных проектов и их последующей эксплуатации (прикладная и рудничная геология)», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 «Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, минерагения».

Рассмотрев представленную соискателем, Абзаловым Маратом Зайнутдиновичем, диссертацию и сопутствующие документы, а также основные публикации диссертанта, эксперт пришел к следующему заключению:

I. О соответствии диссертационной работы перечню тематики, позволяющей Диссертационному совету принять данную работу к рассмотрению и защите. Говоря об этом можно с достаточной уверенностью констатировать то, что проведенные автором исследования являются современными и актуальными и в полной мере соответствуют профилю диссертационного совета Д 2520612.

Вышесказанное можно подкрепить тем, что в большинстве сырьевых стран из-за слабой изученности не вовлекаются в эксплуатацию многие залегающие на больших глубинах рудные месторождения. Поэтому по утверждению автора к разведке глубокозалегающих месторождений должны быть применены совсем иные методические подходы и критерии.

Вот применительно к отмеченным выше проблемам автору удалось разработать новую методику подсчета запасов на базе пелинейной геостатистики. И по его мнению это позволит выбрать оптимальные схемы проведения геологоразведочных работ и на их основе осуществления подсчета запасов.

Работа посвящена рудничной геологии, важному прикладному направлению геологии месторождений полезных ископаемых. Диссертантом предложены новые методы для достоверной оценки промышленных запасов минеральных ресурсов и для геологического обеспечения



эксплуатации месторождений на основе реализации приводимых ниже положений:

- прогнозирование, поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений;
- методология прогнозирования и оценки ресурсов полезных ископаемых;
- современные методы поисков и разведки полезных ископаемых;
- геологическое обеспечение эксплуатационных работ на горнодобывающих предприятиях.

II. Основная цель исследований автора это создание новой системы математических методов для сбора и обработки геологоразведочных данных посредством применения нелинейной геостатистики и вероятностной модели. Однако наиболее важным результатом диссертационной работы соискателя следует считать создание новой методики классификации запасов месторождений применительно к их селективной отработки с оценкой технических и экономических рисков.

В основу диссертации легли многочисленные опубликованные автором статьи (более 40) и монография объемом 448 стр. Автором собран фактический материал по различным типам рудных месторождений – урановых, золоторудных, бокситовых и железорудных. Судя по представленным в работе обширным материалам все собранные по указанным месторождениям данные тщательно выверены автором и систематизированы.

Цель диссертации.

Целью работы явилось создание универсальной системы математических методов для сбора и обработки геологоразведочных данных соответствующих современным взглядам в горной индустрии. В основу ее положены методы нелинейной геостатистики и стохастические модели, позволившие диссертанту реализовать успешно ряд методических подходов для геологической отрасли, суть которых излагается ниже.

1. Диссертантом разработан навадорский метод для контроля качества опробования, который может применяться одновременно с оценкой влияния геологических факторов на результаты опробования. Предложенный автором этот метод позволяет выбрать оптимальные схемы пробоподготовки для разведываемых месторождений применительно к выбранной сети опробования, а также критерии оценки представительности технологических проб;

2. Методика оконтуривания рудных тел или геологических объектов посредством использования геостатистических индикаторов;

3. Разработка новой методики подсчета запасов на базе нелинейной геостатистики. Метод, разработанный автором назван LUC (Localised Uniform Conditioning), который позволяет рассчитывать содержание металла в подсчетных блоках, соответствующих размеру селективно-отрабатываемых объемов руды.

Суть предложенного автором нового метода подсчета запасов LUC сводится к следующему. Он предусматривает вычисление математического ожидания нелинейной функции (conditional expectation of a non-linear function), характеризующей статистическое распределение металла (Z) в объеме (V) в виде панели прямоугольной формы.

Условное математическое ожидание вычисляется диссертантом относительно среднего содержания металла в панели (V). Поэтому за это содержание в панели принимается его значение, подсчитанное одним из существующих стандартных методов. Данный метод позволяет сделать локальную оценку содержания металла в руде. Посредством этого метода строится объемная модель рудного тела с разделением ее на небольшие блоки, соответствующие SMU и после чего рассчитывается содержание металла в каждом SMU блоке.

Метод LUC успешно применялся автором для подсчета запасов на многих месторождениях, в числе которых месторождения железных руд, цветных металлов, урана и золота (Abzalov, 2006, 2014). В качестве примера использования данного метода приводится оценка запасов железных руд на месторождении Янди в Западной Австралии. Геологоразведочное бурение на этом месторождении было проведено с применением следующих разведочных сетей:

- Межуред (Measured): 100 x 50м;
- Индикейтед (Indicated): 200 x 100м;
- Инферред (Inferred): 300 x 200м.

Разработка методов классификации запасов. Диссертантом и разработана система классификации запасов по степени рисков, которые учитывают погрешность оценки содержания металла и нормы прибыли данного месторождения.

Диссертационная работа содержит следующие этапы исследований:

а) **первоначальный этап** посвящен накоплению материала, который собран на действующих рудниках в процессе проведения на них работ и осуществления горнорудных проектов. Результаты этого этапа изложены в 1-ой и 2-ой главах диссертации, а также в монографии соискателя и других опубликованных работах;

б) **на следующем этапе** работа диссертанта уделена разработке новых методов. На этом этапе диссертантом разработан метод LUC (Abzalov, 2006), метод оптимизации пробоподготовки с использованием критерия CV% (Abzalov, 2008, 2014), вероятностные методы для оконтуривания рудных тел (Abzalov, et al., 2002), метод расчета оптимальной технологической пробы (Abzalov, et al., 2015) и его разработка классификации запасов, используя количественную оценку рисков проекта.

в) **заключительный этап** диссертации — это апробация указанных выше методов и внедрение их в производство.

Объектами исследования диссертации были месторождения различных типов рудного профиля и методы их геологической разведки и оценки.

Методы исследования и их соответствие задачам диссертации. В работе использовались следующие математические методы компьютерного программирования:

- Методы нелинейной геостатистики;
- Методы непараметрической геостатистики;
- Стохастические модели пространственных переменных;
- Статистические расчеты.
- Авторские разработки соискателя были завершены им написанием компьютерных программ, используя Fortan, Visual Basic, Python.

Эксперт полагает, что выбор методов и характер их применения соответствует полностью задачам диссертации и требованиям, предъявляемым к докторской диссертации по специальности 25.00.11 «Геология, поиски и разведка месторождения твердых полезных ископаемых, минерагения.»

Актуальность темы диссертации: методическая база, используемая геологами для освоения горнорудных проектов на действующих рудниках, остается на уровне 50-70гг. прошлого столетия и не отвечает современным вызовам мировой экономики по следующим причинам:

- Произошло существенное удорожание геологоразведочных работ из-за проведения разведки на больших, чем ранее, глубинах, а также в удаленных труднодоступных регионах;
- Возросшая в мире конкуренция за источники минерального сырья;
- Возможность использования компьютерных технологий для оперативной обработки данных в больших объемах;
- Необходимость перевода ранее сделанных оценок объектов в международные нормативно-правовые системы (JORC Code, NI 43-101и др.);

Разработанный диссертантом в его работе комплекс методов актуален и позволяет современным вызовам посредством модернизации методической базы рудничной геологии.

III. Научные результаты диссертации:

В работе представлены следующие результаты, отличающиеся новизной и научной обоснованностью, которые апробированы на действующих рудниках.

Результат 1. В условиях редкой плотности разведочной сети с большими расстояниями между буровыми скважинами, не позволяющими использовать классические статистические методы для оценки запасов месторождений, метод LUC (Localised Uniform Conditioning) разработанный автором позволяет рассчитывать распределение металла в блочной модели, не нарушая статистических параметров между дисперсией изучаемой переменной и размером подсчетных блоков.

Методика изложена в главе 5.

Результат 2. Соискателем предложен параметр CV%, являющийся универсальной мерой оценки качества опробования, позволяющий сопоставить влияние геологических факторов и техники опробования на воспроизводимость результатов проб и на этой основе выбрать оптимальные соотношения между сетью опробования и методикой пробоподготовки. Методика изложена в главе 4.

Результат 3. Предложенная геостатистическая методика оконтуривания рудных тел в 3-х мерном пространстве, позволяющая использовать индикаторы вариограммы для построения вероятностных 3-х мерных моделей.

Методика изложена в главе 3.

Результат 4. Предложена новая методика классификации запасов, основанная на вероятностной оценке допустимого риска. За допустимую погрешность принята разница между подсчитанным средним содержанием полезного компонента и экономически минимально допустимым его содержанием. Вероятность ошибки рассчитывается, используя стохастические методы геостатистики.

Методика изложена в главе 6.

Результат 5. Автором разработаны новые критерии оценки использования крупно-объемных проб для технологических испытаний. По новой методике предусматривается оценить статистические параметры распределения полезных компонентов и вредных примесей в руде, которые содержатся в технологической пробе. Статистический анализ пробы подлежит

проводить с учетом соотношения «дисперсия-объем» (volume-variance relationships). При отборе технологической пробы также должно учитываться пространственное распределение отобранных проб. Крупно-объемная считается представительной и пригодной для технологических испытаний, если она удовлетворяет двум вышеобозначенным критериям.

3.1. Научная новизна результатов работы

Результат 1. Метод подсчета запасов LUC (Localised Uniform Conditioning) разработанный впервые автором, позволяет надежно рассчитывать распределение полезного компонента по блочной модели, не нарушая статистических соотношений между дисперсией изучаемой переменной и размером блоков. При этом впервые показано, что с помощью метода LUC можно рассчитывать распределение запасов по небольшим селективно обрабатываемым блокам, имеющим значительно меньшие размеры по сравнению с более разреженной или редкой разведочной сети.

Результат 2. Представленная геостатистическая методика оконтуривания рудных тел в 3-х мерном пространстве позволяет использовать индикаторные вариограммы для построения вероятностных 3-х мерных моделей.

Результат 3. Предложенный автором CV% является универсальной, предложенной мерой впервые для оценки качества опробования, позволяющей сопоставить влияние геологических факторов и методов опробования на воспроизводимость результатов проб и на этой основе выбрать оптимальные соотношения между сетью опробования и методикой пробоподготовки. Критерий CV% может использоваться для количественного сопоставления геологических и лабораторных данных при разведке рудных месторождений.

Результат 4. Предложенная впервые методика классификации запасов основана на вероятностной оценке допустимого риска. За допустимую погрешность принимается разница между подсчитанным средним содержанием полезного компонента и экономически минимально допустимым его содержанием. Вероятность ошибки рассчитывается используя стохатистические методы геостатистики. В условиях отсутствия единой системы количественных критериев классификации запасов предложенная автором оценка допустимого уровня погрешности подсчета запасов месторождения относительно нормы прибыли можно считать оригинальной.

Результат 5. Автором разработаны новые критерии оценки представительности крупно-объемных проб для технологических испытаний. Согласно им подлежат оценке статистические параметры распределения

полезных компонентов и вредных примесей в рудах, отбираемых в технологическую пробу.

Основные результаты исследований автора широко отражены в многочисленных публикациях. Важнейшие научные положения диссертации неоднократно освещались на международных геологических конгрессах в ЮАР (2016), в Австралии (2012), на международных конференциях по теории и практике опробования месторождений, проводившихся в Чили (2011) и Перу (2013), на международных конференциях рудничных геологов (2009-2017), на международных конференциях, организуемых Австралийским Институтом Горного дела и Metallургии (AusIMM). В 2016 году работы автора по данной проблеме были изданы отдельной монографией, опубликованной в ведущем международном издательстве научных работ «Springer» (Abzalov M.Z. Applied Vining Geology. Modern Approaches in Solid Earth Sciences 12/ M.Z.Abzalov. – Berlin: Springer, 2016. 448p.). В 2017 году эта авторская работа премирована журналом «Choice» как выдающаяся Научная Работа («Outstanding Academic Title»).

3.2. Достоверность научных результатов диссертации.

Анализ представленного материала и сделанных публикаций убедительно показывает, что работа автора основана на обширнейшем фактическом материале, собранном им на действующих рудниках с различными видами минерального сырья и характеризуется широкой географией исследований. Результаты исследований диссертанта и разработанные им методы заверялись на действующих рудниках и апробировались, сопоставляя с результатами эксплуатации рудников. Многие авторские методы, на основе практических заверок были внедрены в производство. Работы диссертанта докладывались на международных конференциях и публиковались. В целом автором опубликовано более 80 научных работ, из них более 50 непосредственно по теме диссертации.

Обстоятельное рассмотрение обширного диссертационного материала позволяет эксперту сделать обоснованное заключение о том, что научные результаты, полученные в диссертации, являются в полной мере обоснованными и достоверными.

3.3. Теоретическое значение работы заключается в создании системы новых методов для построения математических моделей месторождений и оценки их ресурсов.

3.4. Полученные результаты соответствуют квалификационным признакам – решению задач, имеющих существенное значение для геологоразведочной отрасли и горной индустрии.

4. Практическая значимость результатов.

Использование разработанных автором новых методов может позволять объективно оценить риски горных проектов и сократить затраты на геологоразведочные работы посредством оптимизации разведочной сети и методики опробования рудных объектов.

Многие методы, в частности метод LUC, уже внедрены в производство и применяются международными горнодобывающими компаниями. Метод LUC также внедрен в производство и применяется международными горнодобывающими компаниями. Метод LUC добавлен еще в специализированную компьютерную программу «Isatis», разработанную французской компанией Geovariances и используемую во всем мире. Широко используются и другие разработки автора, в том числе и авторская методика классификации запасов, которая успешно применена для освоения запасов уранового месторождения в Иордании, где диссертант работал по приглашению правительства этой страны.

5. Соответствие автореферата содержанию диссертации.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации достоверно отражает сущность диссертационной работы.

6. Замечания.

1. В автореферате допущены орфографические ошибки, которые подлежат устранению ко времени окончательной защиты.

2. Хотя диссертант долгое время работал в Кыргызстане и опубликовал совместно со специалистами Кыргызстана интересную научную работу по месторождению Бозымчак, однако этот материал не нашел должного отражения в автореферате и его следует дополнить в диссертационном докладе.

7. Предложения.

Учитывая практическую значимость работы диссертанта считаю целесообразным предложить ему выступить на одной из научных конференций.

8. Рекомендации.

Эксперт предлагает по данной диссертации назначить:

- В качестве ведущей организации – Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М.Федоровского (ВИМС). Российской академии наук г. Москва, Российская Федерация.

- Первым официальным оппонентом назначить **Шумилина Михаила Владимировича**, доктора геолого-минералогических наук, профессора, почетного академика РАЕН, консультанта НПП «Геосигма»; (специальность – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения), имеющего 12 научных трудов, близких к проблеме данного исследования и теме диссертации соискателя.
- Вторым официальным оппонентом назначить **Карабаева Маматхана Саджировича** доктора геолого-минералогических наук (специальность – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения), имеющего 22 научных статей, близких к проблеме исследования и теме диссертации соискателя.
- Третьим официальным оппонентом назначить **Лося Владимира Львовича**, доктора геолого-минералогических наук Академии минеральных ресурсов РК, г.Алматы, имеющего труды, близкие к проблеме исследования и теме диссертации соискателя.

9. Заключение.

Предоставленный научный материал доклад-автореферат **Абзалова Марата Зайнутдиновича** на тему «Современные принципы организации и методология геологоразведочных работ при освоении горнорудных проектов и их последующей эксплуатации (прикладная рудничная геология)», является индивидуальным научным исследованием, отвечающим квалификационным требованиям ВАК КР докторским диссертациям. Считаю необходимым подчеркнуть, что по существу, диссертантом была создана новая комплексная система методов, которая охватывает основные сферы деятельности рудничной геологии и выводит ее на новый уровень, соответствующий вызовам современной горной индустрии. Эксперт считает необходимым отметить, что работы М.Абзалова получили заслуженное признание международными геологическими организациями; он неоднократно приглашался в качестве ключевого докладчика на международные конференции и является экспертом МАГАТЭ. В 2015 году был награжден Южно-Африканским горным обществом золотой медалью Дэни Криже (Dani Krige's Gold Medal) за разработанные им методы математической геологии.

Эксперт рекомендует эту работу к публичной защите в диссертационном совете Д25.20.612.

10. Эксперт, изучив представленные Абзаловым М.З. материалы диссертации, рекомендует диссертационному совету Д25.20.612. при Институте Геологии им. А.А.Адышева Национальной Академии Наук Кыргызской Республики и Институте сейсмологии Национальной Академии Наук Кыргызской Республики принять к рассмотрению диссертацию Абзалова Марата Зайнутдиновича на тему «Современные принципы организации и методология геологоразведочных работ при освоении горно-рудных проектов и их последующей эксплуатации (прикладная рудничная геология)» на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 «Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, минерагения».

Член экспертной комиссии,

Доктор геолого-минералогических наук,

Президент академии минеральных ресурсов

Республики Казахстан



Б.С.Ужкенов

4.10.21

Торжиев С.Т. - с.п.п., Торжиев Б.С. Е.Н. Торжиев
 президент АМР РК
 завершено :
 4.10.21

Торжиев С.Т. Торжиев Б.С.
 У. секр 4.10.20.

